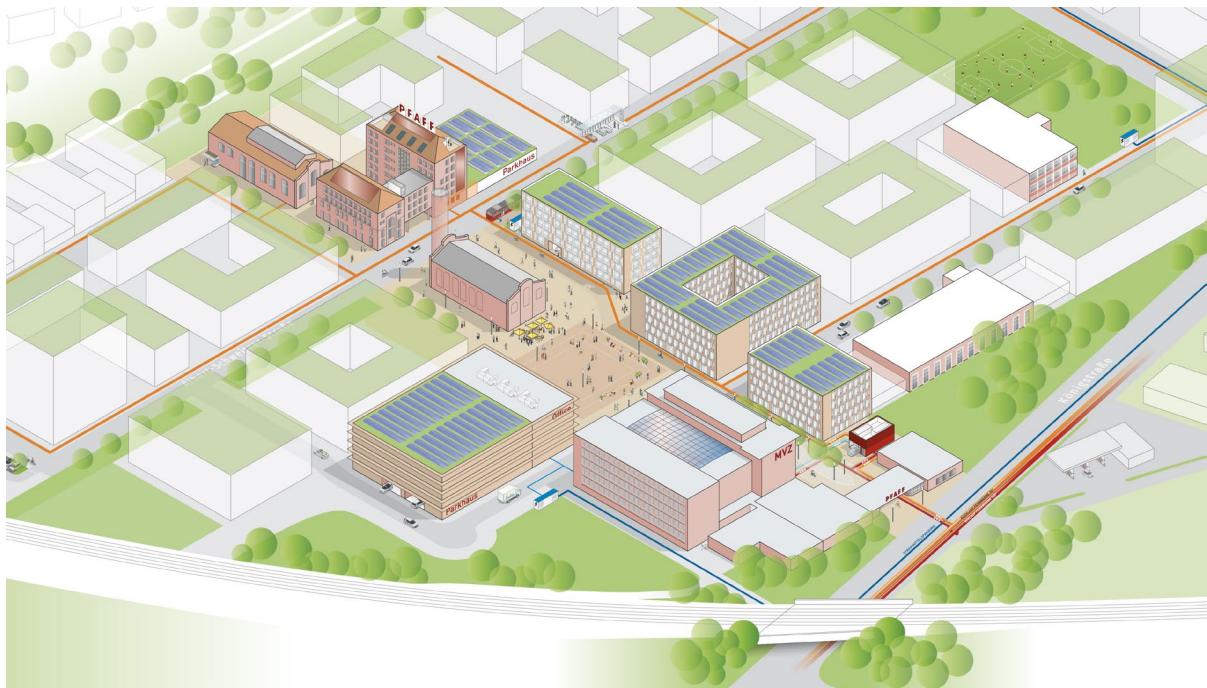


# Forschungsbericht

## Wirtschaftlichkeits-betrachtung der NiedertemperaturwärmeverSORGUNG des Pfaff-Quartiers

Forschungsbericht erstellt im Rahmen des Schlussberichts  
zum Verbundvorhaben EnStadt:Pfaff  
„Implementierung des Reallabors Pfaff-Areal Kaiserslautern“



# < Forschungsbericht Wirtschaftlichkeits-betrachtung der Niedertemperatur-wärmeversorgung des Pfaff-Quartiers >

Forschungsbericht erstellt im Rahmen des Schlussberichts zum  
Verbundvorhaben EnStadt:Pfaff:

„Implementierung des Reallabors Pfaff-Areal Kaiserslautern - Integrierte  
Konzepte, innovative Technologien und sozialwissenschaftliche Forschung  
im Leuchtturm für klimaneutrale Quartiere“

Teilvorhaben EnStadt:Pfaff: „IfaS Lebenszyklusbetrachtung“

Förderndes Ministerium:	Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Projektträger:	Forschungszentrum Jülich GmbH
Förderkennzeichen:	03SBE112H
Projektlaufzeit:	01.10.2017 – 31.12.2024
Autoren:	Jasmin Karbon
Ausführende Stelle:	Hochschule Trier - Trier University of Applied Sciences - Umwelt- Campus Birkenfeld - Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS)
Veröffentlicht:	Dezember 2020

Die Verantwortung der Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Das Verbundprojekt EnStadt:Pfaff wurde von 8 Partnern  
durchgeführt und als Leuchtturmprojekt gemeinsam gefördert  
vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK)  
und vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Weitere Informationen zu EnStadt:Pfaff: <https://pfaffquartier-klimaneutral.de/>

## Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis .....	3
Tabellenverzeichnis .....	3
1 Einleitung .....	4
1.1 Kontext und Historie der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung .....	4
1.2 Ersteller der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung .....	4
1.3 Methodisches Vorgehen .....	4
2 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung des Niedertemperaturwärmenetzes .....	6
2.1 Rahmenbedingungen der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung .....	6
2.2 Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung .....	8
3 Zusammenfassung der Ergebnisse .....	10
4 Literaturverzeichnis .....	12

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ausbauphasen des Wärmenetzes .....	6
Abbildung 2: Kapitalbedarfsplan und zeitliche Einordnung .....	8
Abbildung 3: Entwicklung der Wärmelieferung in GWh/a (2021-2030) .....	8
Abbildung 4: Entwicklung des potenziellen Betriebsergebnisses bis 2029 .....	9
Abbildung 5: Zusammenfassung der Ergebnisse der erfolgsneutralen und erfolgswirksamen Betrachtung .....	9

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Investitionen aufgeteilt nach Ausbauphasen .....	7
Tabelle 2: Ergebnisse der Szenarien .....	10

# 1 Einleitung

## 1.1 Kontext und Historie der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Das Ziel des Arbeitspaketes „2.1.6 Smarte Wärme- und Kälteversorgung“ stellt den Aufbau eines quartiersinternen Wärme- und Kältenetzes dar. Hierbei sollen vorhandene Umweltwärmepotenziale bzw. industrielle Abwärme genutzt werden.

Um eine klimaneutrale Wärmeversorgung im Pfaff-Quartier zu erreichen, wurde ein Energiekonzept erstellt. Im Rahmen der Erstellung erfolgten grundlegende Untersuchungen sowie die Durchführung von Bedarfs- und Potenzialanalysen. In diesem Zusammenhang wurden vier verschiedene Ansätze, unter anderem Abwasserwärme und Solarthermie sowie kalte Nah- bzw. Fernwärme, betrachtet. Dieses Konzept sieht ein Niedertemperatur-Wärmenetz, welches mit Abwärme der Gießerei AGO Guss gespeist wird, vor. Darauffolgend wurde eine Machbarkeitsstudie erstellt, welche auf Annahmen basiert und für den Endausbau ausgelegt ist. Zusätzlich fand eine erste Wirtschaftlichkeitsabschätzung statt. Auf dieser Basis erfolgte der Stadtratsbeschluss zum Bau der Wärmeversorgung. Aufgrund neuer technischer Informationen, welche zu einem in Phasen aufgeteilten Ausbau des Wärmenetzes führten, ergab sich im Anschluss daran ein gewisser Anpassungsbedarf.

Darauf aufbauend erfolgt die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung unter Berücksichtigung des stufenweisen Ausbaus des Quartiers. Durch das Ausscheiden der Stadtwerke Kaiserslautern als Verbundpartner erfolgt die Wärmeversorgung des Quartiers durch die Stadt in Eigenregie, wobei der Betrieb des Netzes an einen Dienstleister vergeben werden soll. Im Folgenden werden die Vorgehensweise sowie die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung für das Nahwärmennetz des Quartiers vorgestellt.

## 1.2 Ersteller der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wurde vom Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS) der Hochschule Trier am Umwelt-Campus Birkenfeld erstellt. Hierbei ist zu erwähnen, dass die vorliegende Betrachtung auf dem für das Quartier erstellten Energiekonzept sowie der Machbarkeitsstudie für das Niedertemperaturwärmenetz basiert.<sup>1</sup> Diese Studien bedurften der Ergänzung durch Daten des Fraunhofer ISE (bspw. Aktualisierung des Investitionsplans) und Annahmen.

## 1.3 Methodisches Vorgehen

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wurde auf Grundlage der VDI-Richtlinie 2067 durchgeführt. Zu beachten ist, dass die Darstellung und Bewertung der Wirtschaftlichkeit aus Sicht des Wärmenetzbetreibers vorgenommen werden. Der Bewertungsprozess umfasst die Erstellung eines Kapital- sowie Finanzierungsplans, der Zusammenstellung des Mittelzuflusses aus Fördermitteln, einer Rentabilitätsrechnung und der Erstellung eines Liquiditätsplans sowie abschließend die Wirtschaftlichkeitsbewertung anhand geeigneter Finanzkennzahlen. Das betrachtete Ausgangsszenario gibt eine konservative Einschätzung wieder, welche durch die Sensitivitätsanalyse und Betrachtung ausgewählter Szenarien ergänzt wird. Durch die Nutzungszeit des Wärmenetzes und der damit

---

<sup>1</sup> Siehe hierzu Stry-Hipp G., Siejak D., Strecker J. (2019).

verbundenen Langfristigkeit erfolgt eine dynamische Betrachtung aller relevanten Zahlungsströme über 40 Jahre für den Zeitraum von 2021 bis 2061.

Darüber hinaus erfolgt die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung sowohl erfolgsneutral als auch erfolgswirksam, da zum jetzigen Zeitpunkt nicht klar ist, wie dies vom Betreiber gehandhabt wird. Im Rahmen dieses Berichtes können aufgrund von Geheimhaltungspflichten nicht alle Daten vollumfänglich dargestellt werden. Es wird jedoch auf die Verständlichkeit und Aussagefähigkeit der Darstellung geachtet.

## 2 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung des Niedertemperaturwärmenetzes

### 2.1 Rahmenbedingungen der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Im Folgenden wird auf die Datenherkunft sowie die notwendigen Annahmen im Rahmen der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung eingegangen, da diese auf zuvor durchgeföhrten Studien beruht, welche nicht alle benötigten Daten bereitstellen. Neben den genannten Berichten wurden durch das Fraunhofer ISE Investitionsdaten und weitere Daten zur Kalkulation zur Verfügung gestellt.<sup>2</sup>

Zunächst ist der Ausbau des Netzes von Interesse. Dieser erfolgt in zwei Phasen, wobei die Pfaff-Achse in der ersten Phase bis September 2022 ausgebaut wird. Die zweite Phase stellt den weiteren Ausbau außerhalb dieser Achse im Zeitraum von Oktober 2022 bis Dezember 2029 dar. Dies ist in Abbildung 1 dargestellt.

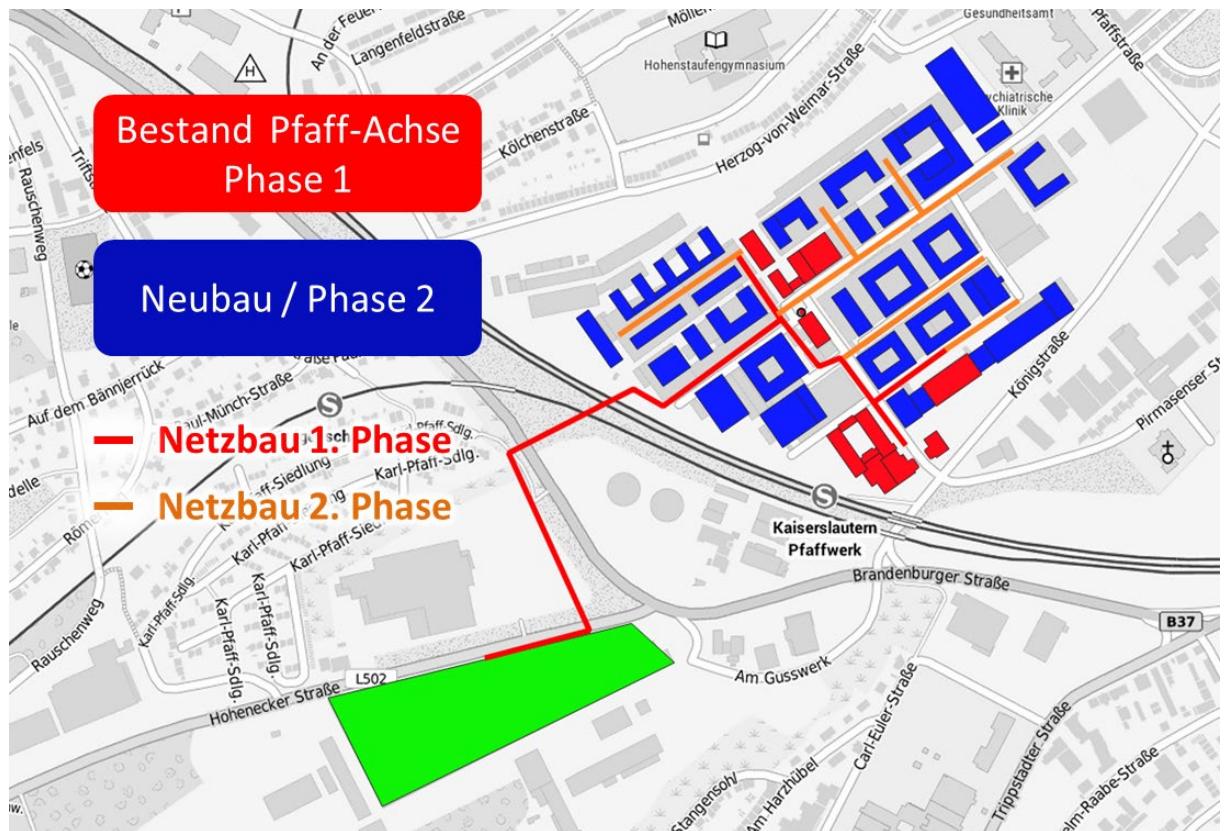


Abbildung 1: Ausbauphasen des Wärmenetzes

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Investitionen der beiden Phasen. Zu beachten ist hierbei, dass sich die Kosten im Vergleich zu den Werten aus Tabelle 11 der Machbarkeitsstudie teilweise unterscheiden, was sich durch die fortgeschrittene Planung und aktualisierte Daten ergibt.<sup>3</sup>

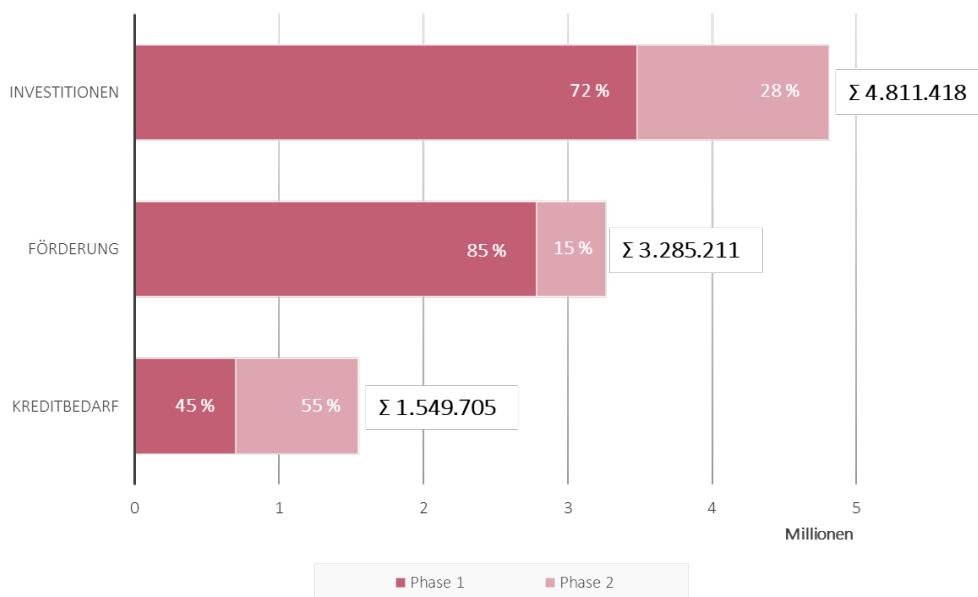
<sup>2</sup> Diese Daten entstammen der Übermittlung von 04.05.2020 durch Gerhard Stryi-Hipp (Fraunhofer ISE) an Patrick Huwig (IfaS).

<sup>3</sup> Vgl. Stry-Hipp G., Siejak D., Strecker J. (2019). S. 29.

Tabelle 1: Investitionen aufgeteilt nach Ausbauphasen

Investitionen	Investitionssumme
<b>Phase I bis 09/22</b>	
Übergabestation ACO-Guss	180.000 €
Leitung ACO Guss - Energiezentrale	850.000 €
Übergabestation SWK-Fernwärme	240.000 €
Leitung SWK-FW - Energiezentrale	96.000 €
Energiezentrale Gebäude	600.000 €
Energiezentrale Einrichtung	600.000 €
Leitungen Energiezentrale - Verbraucher	270.000 €
Hausübergabestationen, Zähler	100.000 €
Auftrag Koordinator	168.067 €
Planungsauftrag (Gesamtversorgung)	378.151 €
<b>Summe Phase I</b>	<b>3.482.218 €</b>
<b>Phase II 10/22-12/29</b>	
Leitungen Energiezentrale - Verbraucher	649.200 €
Hausübergabestationen, Zähler Gesamtinvestition	680.000 €
<b>Summe Phase II</b>	<b>1.329.200 €</b>
<b>Summe Gesamtinvestition</b>	<b>4.811.418 €</b>

Für die Betrachtung wird eine Förderquote bis 2022 von 80 % auf die Gesamtinvestitionen und von 30 % ab 2023 zugrunde gelegt. Für die Förderung in Phase zwei (ab 2023) sind am Markt aktuell 25 % bis 30 % Förderung möglich (z. B. über ZEIS, Landesprogramm, Bafa Abwärmenutzung, KfW, Wärmenetze 4.0). Auf Grundlage der dargestellten Investitionen und Förderquoten ergibt sich ein wie in Abbildung 2 dargestellter Kreditbedarf. Zur Deckung dieses Bedarfes wurde der KfW-Kredit 201 mit einer Laufzeit von 20 Jahren herangezogen.<sup>4</sup>



<sup>4</sup> Die weiteren Kreditbedingungen sind unter [https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/%C3%96ffentliche-Einrichtungen/Kommunen/Quartiersversorgung/F%C3%BCrderprodukte/Energieeffiziente-Quartiersversorgung-Kommunen-\(201\)/](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/%C3%96ffentliche-Einrichtungen/Kommunen/Quartiersversorgung/F%C3%BCrderprodukte/Energieeffiziente-Quartiersversorgung-Kommunen-(201)/) einsehbar.

Abbildung 2: Kapitalbedarfsplan und zeitliche Einordnung

Aufgrund des Ausbaus in mehreren Stufen und der Annahme, dass ACO Guss nicht von Beginn an den der Ausbaustufe entsprechenden Wärmebedarf liefern kann, wird die Entwicklung der Wärmelieferung wie in Abbildung 3 dargestellt angenommen. Im Unterschied zur Machbarkeitsstudie, welche von einem Gesamtwärmebedarf in Höhe von 4.831 MWh pro Jahr ausging, wurde aufgrund aktualisierter Daten ein Wärmebedarf von insgesamt 4.956 MWh pro Jahr zugrunde gelegt.<sup>5</sup>

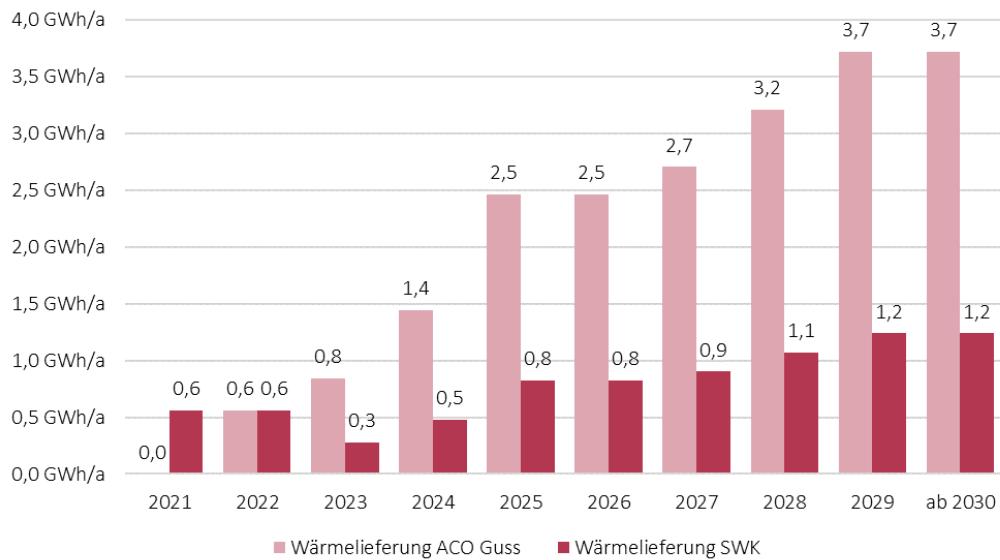


Abbildung 3: Entwicklung der Wärmelieferung in GWh/a (2021-2030)

Die angesetzte Preisgestaltung für die Wärmeabgabe an den Endkunden orientiert sich in dieser Betrachtung am Fernwärme-Tarif der Stadtwerke Kaiserslautern. Bei diesem liegt der Arbeitspreis bei 5,25 ct/kWh (netto) und der Grundpreis bei 33,89 €/kW/Jahr (netto).<sup>6</sup>

## 2.2 Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Unter den zuvor dargestellten Annahmen ergibt sich bei erfolgsneutraler Betrachtung die folgend dargestellte Entwicklung des Betriebsergebnisses. Das bis 2023 negative Betriebsergebnis wird durch die geringe Wärmeabnahme in den ersten Jahren und den hohen Investitionen in diesem Zeitraum verursacht. Zur Überbrückung dieses Defizits wird die Aufnahme eines kurzfristigen Kredites anstelle der Inanspruchnahme eines Kontokorrentkredites vorgezogen.

<sup>5</sup> Vgl. Stry-Hipp G., Siejak D., Strecker J. (2019). S.10.

<sup>6</sup> Vgl. SWK Stadtwerke Kaiserslautern. (2020).

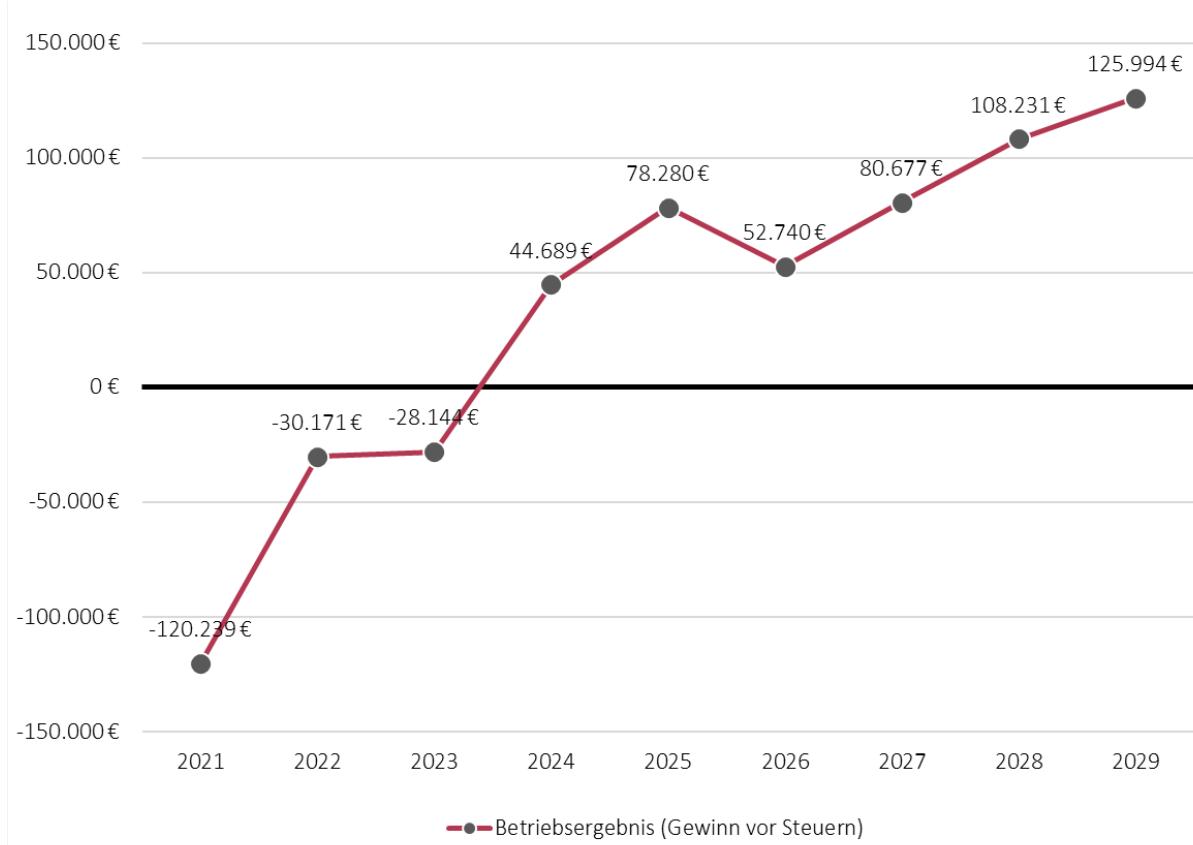


Abbildung 4: Entwicklung des potenziellen Betriebsergebnisses bis 2029

Die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit erfolgte unter anderem mittels folgender Kennzahlen:

- Free Cashflow (diskontiert),
- Dynamische Amortisationszeit,
- Interner Zinsfuß.

Die Ergebnisse der erfolgsneutralen und erfolgswirksamen Betrachtung sind in Abbildung 5 dargestellt.

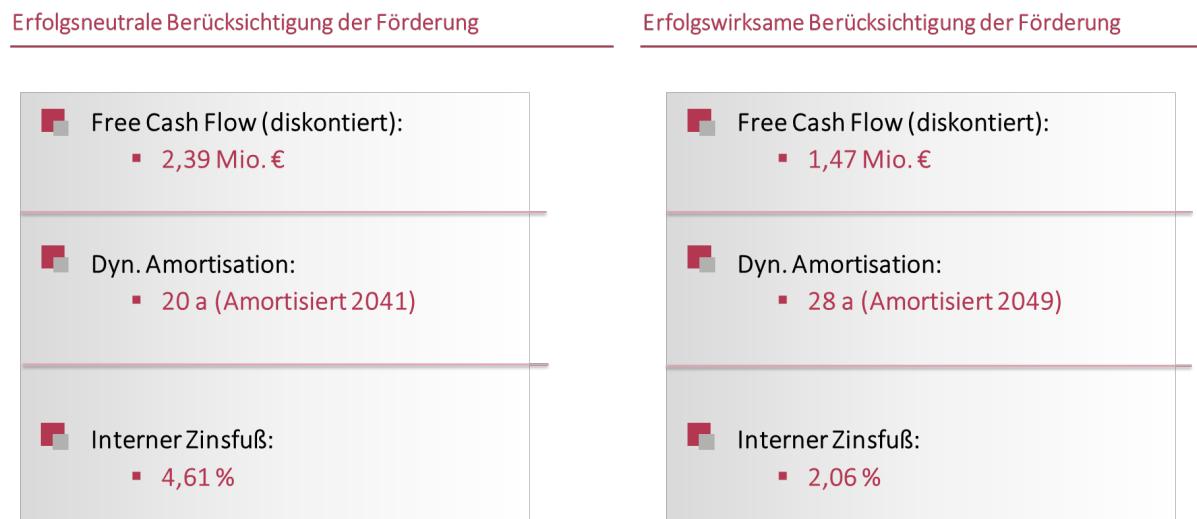


Abbildung 5: Zusammenfassung der Ergebnisse der erfolgsneutralen und erfolgswirksamen Betrachtung

Hierbei ist zu beachten, dass die weiteren Rahmenbedingungen des Betreibers bei zusätzlichen Betrachtungen miteinbezogen werden sollten, da erst dann konkrete Aussagen getroffen werden können. Im Rahmen der vorliegenden Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wurde lediglich das Wärmenetz als Betriebsinhalt betrachtet. Bei weiteren Strukturen ist zu entscheiden, welcher Bilanzansatz gewählt wird.

Ergänzt werden die vorhergehend dargestellten Erkenntnisse durch die Betrachtung verschiedener Szenarien. In Tabelle 2 sind die Ergebnisse der Szenarien-Betrachtung aufgeführt. Es wurde jeweils lediglich der genannte Parameter verändert und die übrigen Annahmen entsprechen der Ausgangssituation.

*Tabelle 2: Ergebnisse der Szenarien*

Wirtschaftlichkeit Einflussparameter	erfolgsneutral			erfolgswirksam		
	Free Cash Flow (diskontiert)	Dyn. Amortisation	Interner Zinsfuß	Free Cash Flow (diskontiert)	Dyn. Amortisation	Interner Zinsfuß
Ausgangssituation (AS)	2.389.469 €	20 a	4,61 %	1.467.881 €	28 a	2,06 %
Abdeckung Wärmebedarf zu 100 % durch SWK	1.035.571 €	27 a	2,29 %	125.970 €	39 a	0,23 %
Wärmelieferpreis SWK 2 ct/kWh mehr im Vergleich zu AS	1.729.004 €	23 a	3,51 %	813.915 €	32 a	1,22 %
Phase II wird zu 50 % gefördert (anstelle von 30 %)	2.581.852 €	18 a	5,33 %	1.526.762 €	28 a	2,18 %
Heizlast SWK: gestaffelte Bereitstellung anstelle 5,4 MW ab 2021	2.674.514 €	18 a	5,71 %	1.710.881 €	26 a	2,52 %

### 3 Zusammenfassung der Ergebnisse

Abschließend wird durch die vorliegende Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und unter den darin abgebildeten Rahmenbedingungen sowie getroffenen Annahmen die Einschätzung aus der Machbarkeitsstudie, dass die Wärmeversorgung kostendeckend umgesetzt werden kann, bestätigt.<sup>7</sup> Die Grenzen der Betrachtung stellen allerdings der Wärmeabsatz, der zu erzielende Wärmepreis und die Renditeerwartung der Investierenden dar. Aufgrund dessen ist aus Investorensicht die Erstellung eines vollständigen Businessplan für eine finale Betrachtung unumgänglich.

Als sensible Parameter wurden die Wärmelieferung und die Förderquote in der zweiten Phase identifiziert. Der Anteil an der Gesamtwärmelieferung durch ACO Guss ist entscheidend für eine ausreichende Wirtschaftlichkeit. Dies begründet sich durch die unterschiedlichen Wärmepreise für die

<sup>7</sup> Vgl. Stry-Hipp G., Siejak D., Strecker J. (2019). S.31.

Lieferung durch ACO und die SWK. Damit einhergehend ergibt sich eine mögliche Unwirtschaftlichkeit durch einen hohen Lieferanteil von Fernwärme der SWK.

Insgesamt wird ein umfassendes und kontinuierliches Monitoring bezüglich Risiken und Wirtschaftlichkeit empfohlen.

## 4 Quellenverzeichnis

Stry-Hipp G., Siejak D., Strecker J. (2019). Niedertemperatur-Wärmeversorgung des Pfaff-Quartiers - Machbarkeitsstudie. Online verfügbar unter <https://pfaff-reallabor.de/presse/veroeffentlichungen/>, zuletzt geprüft am 01.12.2020.

SWK Stadtwerke Kaiserslautern. (2020). Fernwärme. Online abrufbar unter <https://www.swk-kl.de/produkte-services/energie/fernwaerme>, zuletzt geprüft am 03.12.2020.